

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ „ЮНЫЙ ТЕХНИК“

В. П. МЕЛЕШЕНКОВСКИЙ



**РАДИОПРИЕМНИК**

„ШМЕЛЬ“

**НА ТРАНЗИСТОРАХ**

**10 (316)**

**1970**

# Радиоприемник „ШМЕЛЬ“ на транзисторах

Существует мнение, что чем больше у радиоприемников транзисторов, тем труднее и кропотливее в настройке их схемы, тем больше времени уходит на устранение разного рода «капризов» и неполадок. Поэтому предпочтение чаще отдается схемам на двух-трех транзисторах. Однако такие приемники требуют применения транзисторов с коэффициентом усиления по току  $\beta = 80—150$  и не могут быть вполне работоспособными на транзисторах с малым усилением  $\beta = 20—40$ .

Приобрести необходимые транзисторы радиолюбителям не всегда удается. К тому же схемы радиоприемников на двух-трех транзисторах имеют сравнительно низкую чувствительность и весьма небольшую громкость звучания.

Предлагаемая схема радиоприемника «Шмель» на 9 транзисторах дает возможность использовать транзисторы с небольшим и средним усилением. Но это не значит, что в этой схеме не могут быть использованы транзисторы с большим усилением, особенно в УНЧ. Наиболее выгодным (оптимальным) усилением для УВЧ являются транзисторы с  $\beta = 50—60$ , но конструктивная особенность УВЧ в радиоприемнике «Шмель» заключается в использовании транзисторов с  $\beta = 15—30$ . В этом преимущество схемы.

Прежде всего внимательно прочитайте описание схемы приемника и изучите ее. Пусть вас не пугает сравнительно большое количество деталей.

Принципиальная схема приемника показана на рисунке 1.

Приемник обеспечивает прием радиовещательных станций в диапазоне 345—1800 м, то есть охватывает весь длинноволновый и часть средневолнового диапазона. Максимальная выходная мощность звучания 120 мвт. Такая громкость достаточна для помещения площадью 20—25 м<sup>2</sup>.

Приемник весьма экономичен, и одной батарейки КБС-Л-0,5 вполне хватит месяца на полтора — два.

## СХЕМА

«Приемник «ШМЕЛЬ» собран по схеме прямого усиления на 9 транзисторах (рис. 1).

Усилитель низкой частоты (УНЧ) четырехкаскадный, с непосредственной связью между каскадами. Выполнен по бестрансформаторной двухтактной схеме, не требующей специального подбора транзисторов с одинаковыми параметрами. В усилителе применены 6 низкочастотных транзисторов с прямой (р-п-р) и обратной (п-р-п) проводимостью.

Почему применена именно такая схема УНЧ?

Схемы с непосредственной связью между каскадами и бестрансформаторным выходом выгодно отличаются от остальных схем. При увеличении громкости звучания в обычных однотактных усилителях с определенного уровня (максимальной выходной мощности 60 мвт) появляются искажения, потребление тока сильно возрастает, и усилители становятся неэкономичны. В двухтактных усилителях можно достигнуть значительного увеличения громкости при небольшом потреблении тока.

Одни из этих усилителей имеют в своей схеме трансформаторы, другие — бестрансформаторные, они для радиолюбителей наиболее удобны.

В первых усилителях схема рассчитана на использование согласующего и выходного трансформаторов. Эти детали громоздкие и слишком увеличивают размеры конструкции.

Во вторых усилителях применение транзисторов с прямой (р-п-р) и обратной (п-р-п) проводимостью позволяет исключить согласующий и выходной трансформаторы, что значительно сокращает габариты конструкции.

Непосредственная связь между каскадами имеет свои преимущества: не нужно тщательно подбирать пары транзисторов с одинаковыми параметрами для выходного каскада.

Бестрансформаторные усилители НЧ имеют хорошие частотные характеристики, легко настраиваются, мало чувствительны к изменению напряжения питания, не склонны к самовозбуждению и очень экономичны.

Важным преимуществом этих усилителей является и то, что они позволяют добиться высокой температурной стабильности и обеспечить тем самым их устойчивую работу.

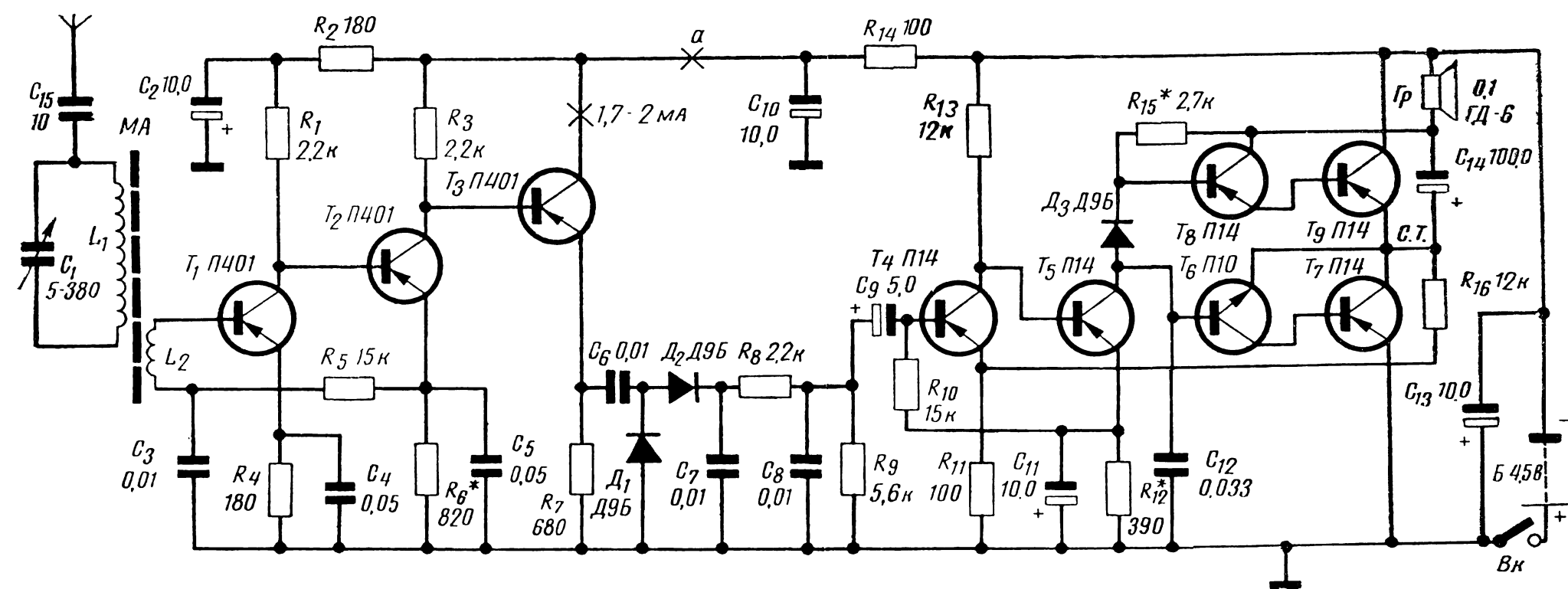


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

Это достигается введением отрицательной обратной связи по постоянному току с выхода усилителя на первый каскад.  
 В настоящем усилителе НЧ применены две цепи обратной связи.  
 Основная цепь обратной связи через резистор  $R_{16}$  термостабилизирует схему усилителя и уменьшает искажения.  
 Вторая цепь через резистор  $R_{10}$  соединяет эмиттер второго транзистора  $T_5$  усилителя НЧ с базой первого транзистора  $T_4$ , являясь также стабилизирующим элементом.  
 Несколько увеличенное количество транзисторов в усилителе вызвано необходимостью увеличить громкость звучания при сравнительно низком питающем напряжении.  
 Детекторный каскад выполнен по схеме удвоения на пряхения ( $D_1, D_2$ ), что обеспечивает увеличение напряжения выходного низкочастотного сигнала примерно в два раза, по сравнению с обычной схемой на одном диоде.  
 Предпочтение нужно отдавать диодам с большей величиной прямого тока (при напряжении 1 вольт), так как они обладают меньшим прямым сопротивлением и позволяют получить большее напряжение низкочастотного

сигнала на выходе детектора (диоды серий Д9Б, Д9Д, Д9Г, Д9Е, Д2А).  
 Для того чтобы очистить полезный сигнал от высокочастотных колебаний, просочившихся через детектор, применена фильтрующая цепочка  $C_7, R_8, C_8$ . Иначе эти слабые высокочастотные сигналы будут усилены УНЧ, что приведет к искажениям звука или даже к самовозбуждению приемника.  
 Усилитель высокой частоты (УВЧ) собран на трех высокочастотных транзисторах, с непосредственной связью между каскадами.  
 Два первых каскада на транзисторах  $T_1$  и  $T_2$  представляют собой собственно усилитель ВЧ. Для обеспечения

стабилизации оба каскада охвачены отрицательной обратной связью по постоянному току через резистор  $R_5$ .  
 Третий каскад выполнен на транзисторе  $T_3$  по схеме эмиттерного повторителя, который необходим для обеспечения лучшей работы детекторного каскада и позволяет наиболее полно использовать усилительные свойства предыдущего каскада.  
 Применение резисторов в качестве нагрузки в коллекторных цепях транзисторов УВЧ делает более равномерным усиление по диапазону и уменьшает вероятность самовозбуждения приемника.  
 Для последней цели служат и RC фильтры:  $R_2, C_2$  и  $R_{14}, C_{10}$ .

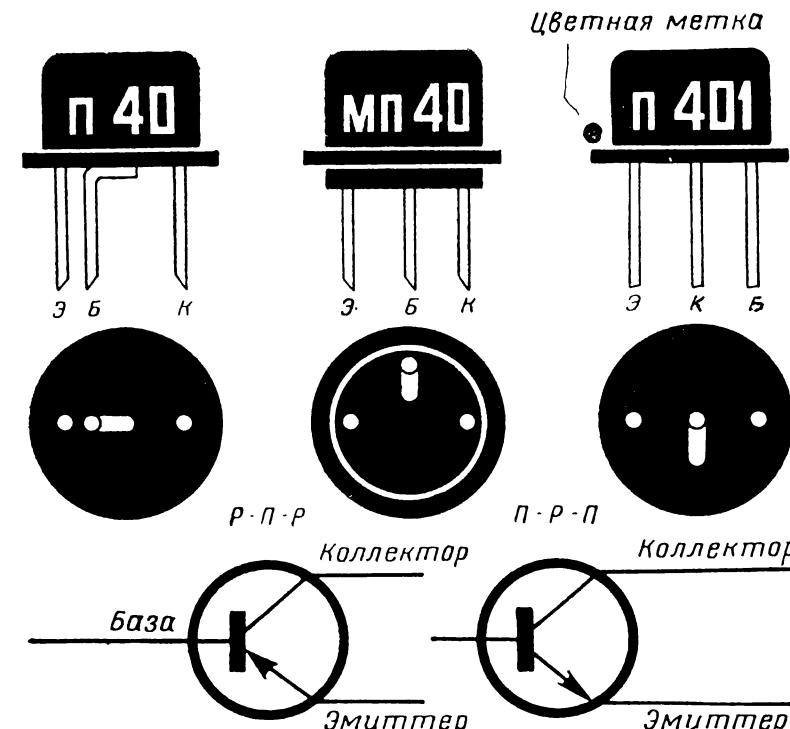


Рис. 2. Внешний вид транзисторов, их обозначение

ДЕТАЛИ

Радиолюбителям не всегда удается приобрести именно те детали, номиналы которых указаны на принципиальной схеме. Поэтому мы сообщаем возможные допуски, указываем взаимозаменяемые детали и полупроводниковые приборы.  
**Транзисторы.** Для УВЧ подойдут любые высокочастотные транзисторы с коэффициентом усиления  $\beta = 25-80$  из серии П401, П402, П403, П415, П416, П420, П422, П423, ГТ309, ГТ313, ГТ322, ГТ320.  
 Транзисторы с наибольшим коэффициентом усиления  $\beta$  ставят в первый каскад ( $T_1$ ), а с наименьшим — в третий ( $T_3$ ).  
 Возможен вариант применения в одном усилителе транзисторов разных серий. Например  $T_1$  — П416,  $T_2$  — П402,  $T_3$  — П401.  
 В УНЧ (рис. 2) можно использовать любые низкочастотные транзисторы полярности (p-n-p) для  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_7$ ,  $T_8$ ,  $T_9$  из серии П13, П14, П15, П16, МП39, МП40, МП41, П40, МП42, П41 (буква М означает небольшую модернизацию в технологии изготовления транзистора, а параметры его оставлены прежними).  
 Для транзистора  $T_6$  обратной проводимости (n-p-n) пригодны любые транзисторы из серии П8, П9, П10, П11, МП35, МП36, МП37, МП38.  
 Низкочастотные транзисторы используются с любым буквенным индексом, например, П42Б, МП41А, П16Б, МП35, ПП38А, П9А.  
 Транзисторы с наибольшим коэффициентом усиления  $\beta$  ставят в первый каскад ( $T_1$ ), а с наименьшим — в третий ( $T_3$ ).  
 Хотя в УНЧ и не требуется специального подбора одинаковых пар (плеч) транзисторов, однако, радиолюбитель

можно провести такую работу по распределению транзисторов в усилителе.  
 Обычно в продаже транзисторы обратной проводимости (n-p-n) имеют небольшой коэффициент усиления  $\beta$ , порядка 10—25. В усилителе транзистор (n-p-n) стоит в нижнем плече ( $T_6$ ).  
 Для лучшей работы усилителя необходимо хотя бы приближенное равенство произведений коэффициентов усиления  $\beta$  верхнего плеча ( $T_8, T_9$ ) с произведением коэффициентов усиления  $\beta$  нижнего плеча ( $T_6, T_7$ ). Идеальный случай, когда  $\beta T_8 \cdot \beta T_9 = \beta T_6 \cdot \beta T_7$ .  
 Допустим, у вас имеются транзисторы  $T_8, T_9, T_7$  прямой проводимости (p-n-p) с коэффициентами усиления  $\beta$ , равными 70, 40, 30. Транзистор  $T_6$  обратной проводимости (n-p-n), к примеру, имеет коэффициент усиления  $\beta 15$ .  
 Распределение осуществляется так:  
 Верхнее плечо ( $T_8, T_9$ )  $40 \times 30 = 1200$ ;  
 Нижнее плечо ( $T_6, T_7$ )  $15 \times 70 = 1050$ .

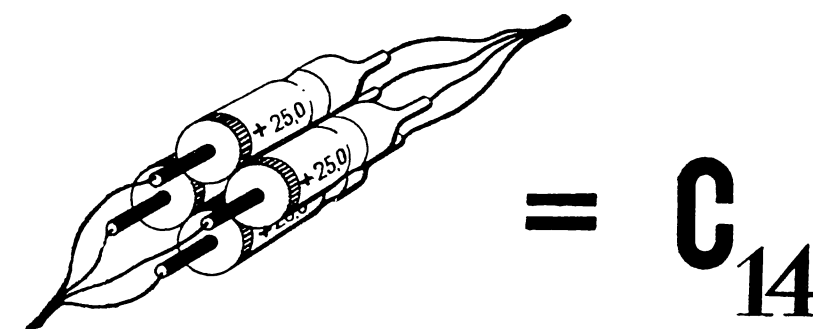


Рис. 3. Параллельное соединение конденсаторов

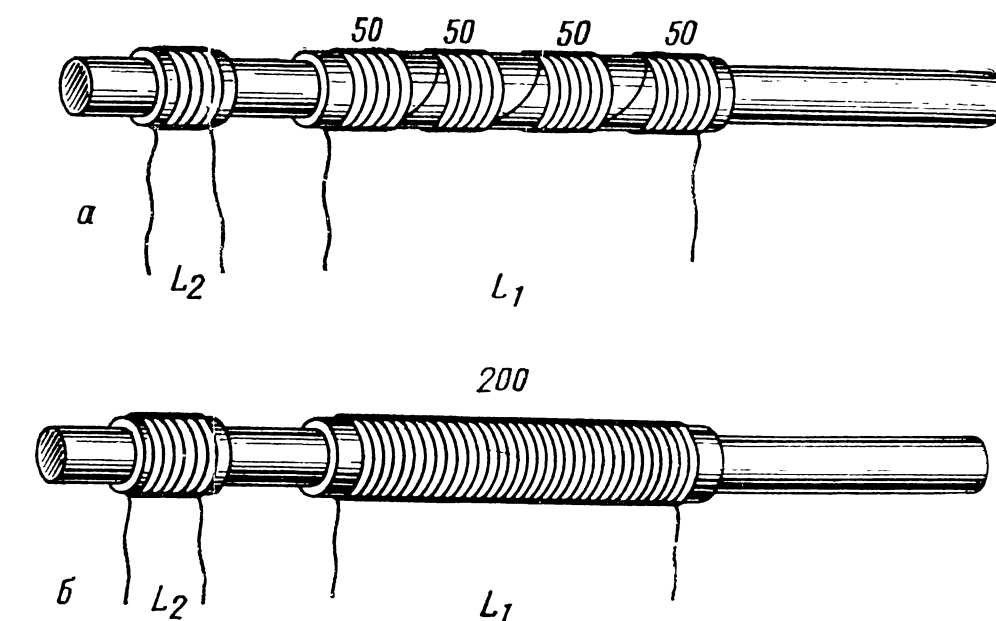


Рис. 4. Магнитная антенна

**Диоды.** Для диодов  $D_1$  и  $D_2$  подходят диоды серий Д9 и Д2. Так же, как и транзисторы, диоды этих серий пригодны с любыми буквенными индексами (Д9Б, Д9Д, Д2А и т. п.).  
 Для диода  $D_3$  пригодны диоды Д9, Д7 и диоды старого выпуска ГДЦ 24-27.  
 Посредине корпуса диода серии Д9 стоит цветная метка, соответствующая определенной букве (см. таблицу).

Тип диода	Метка посредине корпуса
Д9Б	Красная точка
Д9Г	Оранжевая точка
Д9Д	Желтая точка
Д9Е	Белая точка
Д9Ж	Голубая точка
Д9К	Зеленая точка

**Электролитические конденсаторы.** Пригодны любого типа: ЭМ, ЭМИ, К50-6, ЭТО, формы «Тесла». Емкости подбирайте в следующих пределах:  
 $C_9 = 3,0 \div 10,0$ ;  
 $C_2, C_{10}, C_{11}, C_{13} = 10,0$  и больше;  
 $C_{14} = 80,0$  и более. Причем его можно составить из нескольких конденсаторов меньшей емкости (рис. 3), соединенных между собой параллельно ( $4 \times 20,0$ ), ( $4 \times 25,0$ ).  
 Конденсаторы керамические или бумажные КДК, КТК, КЛС, БМ.  
 $C_3, C_5, C_7 = 6800 - 0,01$ .  
 $C_{12} = 0,22 - 0,033$ .  
 $C_4, C_8 = 0,033 - 0,05$ .  
 $C_6 = 0,01 - 0,022$ .

Конденсатор переменной емкости  $C_1$  фирмы «Тесла» емкости 5—380 пФ или любой другой отечественного производства.  
**Резисторы.** Практически пригодны любого типа. Необходимо только помнить, что от величины радиодеталей будет зависеть и размерь всего приемника.  
 Типы резисторов: УЛМ, КИМ, МЛТ, ВС в пределах  
 $R_1, R_3 = 2k - 2,7k$ .  
 $R_2, R_4 = 100 - 200$ .  
 $R_5, R_{10} = 15k - 16k$ .  
 $R_7 = 560 - 820$ .  
 $R_8 = 2k - 3k$ .  
 $R_9 = 4,7k - 10k$ .  
 $R_{13}, R_{16} = 11k - 13k$ .  
**Громкоговоритель.** Динамического типа 0,1ГД-6; 0,1ГД-8; 0,1ГД-12; 0,1ГД-3м; 0,25ГД-2; 0,5ГД-20.  
**Магнитная антенна.** Контурная катушка  $L_1$  и катушка связи  $L_2$  наматываются на бумажных каркасах, которые можно свободно перемещать вдоль ферритового стержня. Каркасы можно склеить из двух-трех слоев оберточной бумаги.  
 Катушка  $L_1$  — 200 витков, провода ПЭЛ 0,18—0,23.  
 Катушка  $L_2$  — 10—4 витка, провода ПЭЛ 0,18—0,35, окончательное число витков этой катушки подбирается при налаживании приемника.  
 Катушка  $L_1$  наматывается секциями по 50 витков с расстоянием между секциями 3—4 мм (рис. 4а) или имеет сплошную намотку (рис. 4б).  
**Намотка катушек односторонняя, виток к витку.** Витки, чтобы не рассыпались, закрепляются клеем «Рапид», полистироловым клеем или клеем для кожи, цапон-лаком или лаком для ногтей.

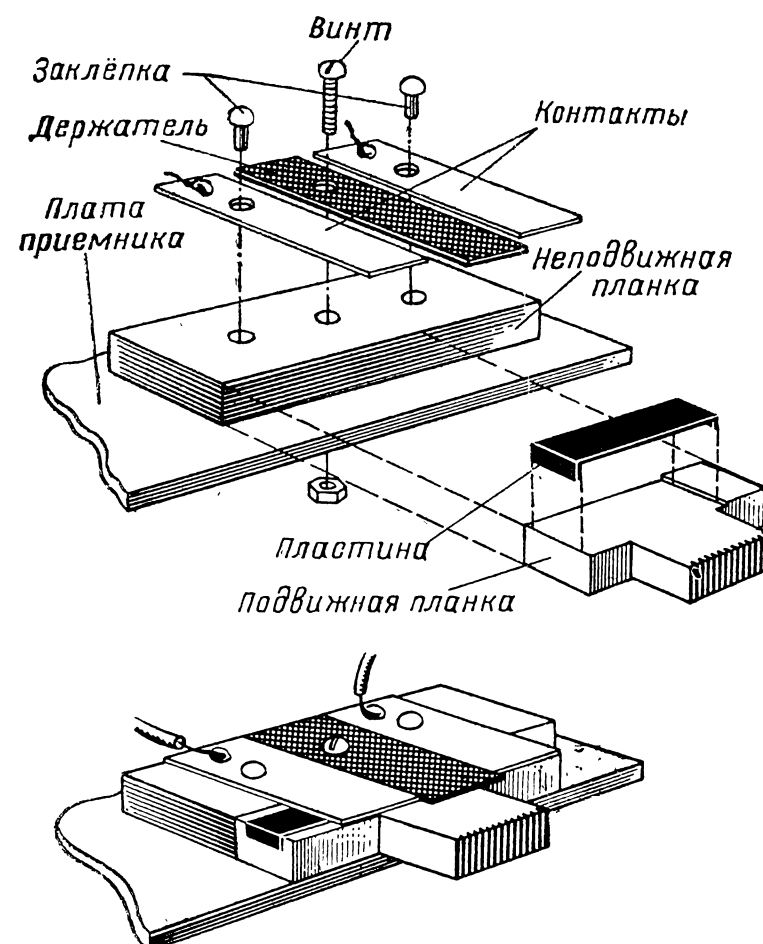


Рис. 5. Самодельный выключатель

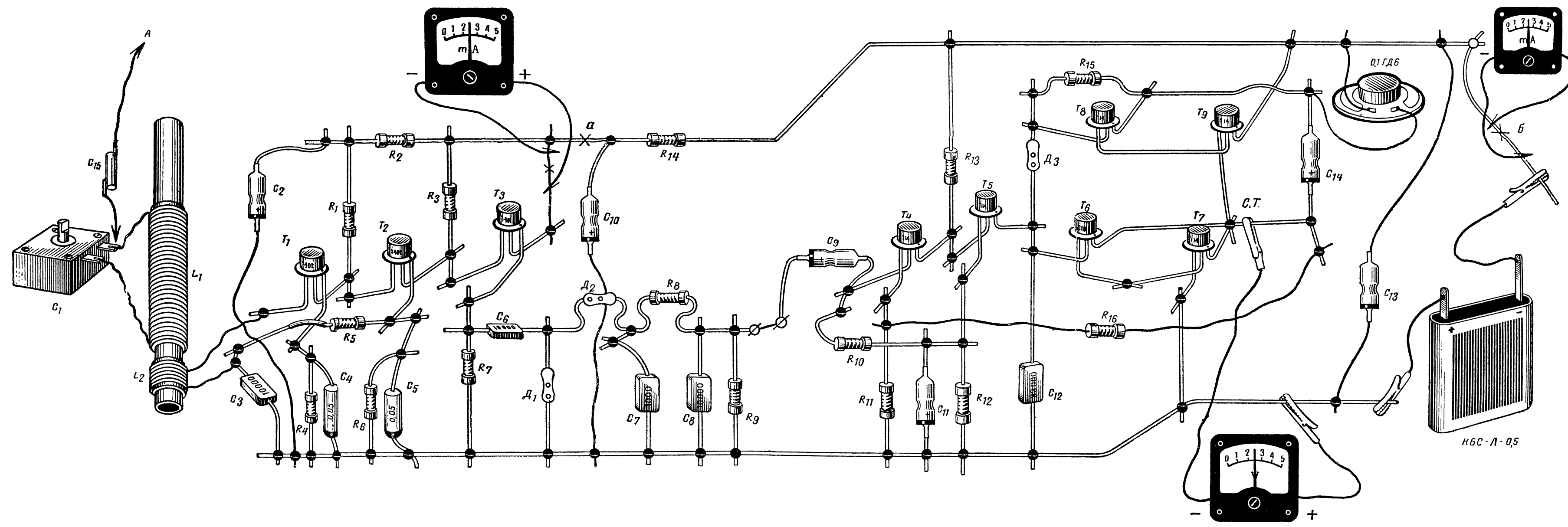


Рис. 6. Монтаж приемника

Ферритовый стержень марки Ф-400, длиной 140 мм и диаметром 8 мм.

В простых приемниках прямого усиления не следует применять слишком короткие ферритовые стержни, менее 100 мм, так как добротность магнитной антенны будет меньше, а чувствительность приемника значительно хуже.

Можно применить и ферритовый стержень длиной в 160 мм.

**Электропитание.** Приемник питается от низковольтного источника тока — батареи для карманного фонаря, типа КБС-Л-0,5, напряжением 4,5 вольт.

Кроме этой батареи, рекомендуется также выпущенная в настоящее время батарея «Рубин» со щелочным электролитом, имеющая лучшие характеристики. Так, она обладает большей емкостью, чем КБС-Л-0,5 в 4—5 раз и имеет те же габариты и напряжение.

По мере расхода энергии внутреннее сопротивление батареи возрастает, приемник начинает воспроизводить звук с искажениями и может даже возбудиться.

Чтобы этого не произошло, параллельно батарее питания устанавливается электролитический конденсатор  $C_{13}$ , емкость которого на схеме указана минимальной.

**Выключатель питания.** Выключатель может быть установлен любого типа, по возможности малогабаритный, промышленного изготовления.

Можно применить и самодельный выключатель. На рисунке 5 дан один из возможных вариантов такого выключателя. Он состоит из двух планок: подвижной и неподвижной, которые нужно изготовить из текстолита, гетинакса или другого изоляционного материала. Размеры планок можно взять произвольные, но они должны устанавливаться на монтажную плату и не мешать деталям.

На неподвижной планке укрепите два контакта, изготовленные из меди или латуни. Между ними расположите держатель из тонкого текстолита или гетинакса. Затем неподвижную планку закрепите винтом на плате приемника.

На подвижной планке зачистите напильником небольшую площадку и приклейте к ней пластину из меди или латуни. Поверхность пластины зачистите. Приставьте подвижную планку к неподвижной. Теперь при перемещении подвижной планки ее пластина будет замыкать контакты, укрепленные на неподвижной планке, и включать питание приемника. Ограничителем перемещения планки будет боковое отверстие в корпусе приемника.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ МОНТАЖ

Для того чтобы произвести регулировку и наладку приемника, обязательно делается предварительный монтаж [рис. 6].

Чтобы при монтаже облегчить работу с транзисторами и не отнимать лишнего времени на определение электродов, желательно на выводы надеть пластмассовые трубочки разных цветов:

коллектор — красный,  
база — белый,  
эмиттер — зеленый, синий, коричневый.

Такие трубочки применяются в качестве изоляции на телефонных проводах. Откусывать выводы транзисторов не следует.

Распайка радиодеталей ведется между двумя основными облуженными проводниками [см. рисунок 6]. К одному из них подключается положительный полюс батареи, к другому — отрицательный.

Детали необходимо распаять согласно принципиальной схеме, не укорачивая выводов, располагая их так, чтобы было достаточно свободного места для работы паяльником.

Припой желательно применять из легкоплавкого состава, например, марки ПОС-61, ПОСВ-33, ПОСК-47-17, сплав Вуда, ПОСК-50.

В качестве флюса при пайке используется твердая канифоль или еще лучше раствор канифоли (15%) в спирте (85%), денатурате, борном спирте.

Ни в коем случае нельзя применять «паяльную кислоту» и нашатырь, так как место спайки быстро окислится и начнет разрушаться.

Пайка производится паяльником небольшой мощности до 50 вт.

Пайка выводов радиодеталей должна производиться на расстоянии не ближе 7—10 мм от корпуса деталей с обязательным применением теплоотвода между корпусом детали и местом пайки. В качестве теплоотвода можно применять пинцет или небольшие плоскогубцы.

При включении электролитических конденсаторов следует особо соблюдать соответствие полярности, указанной в схеме, и полярности, обозначенной на корпусе.

Изолированный от корпуса вывод — плюсовой, а вывод, имеющий контакт с корпусом — минусовый.

Замена транзисторов, диодов и других элементов схемы должна производиться только при выключенном источнике питания.

Как бы велико ни было желание после сборки схемы сразу подключить питание, необходимо прежде детально проверить весь монтаж по принципиальной схеме.

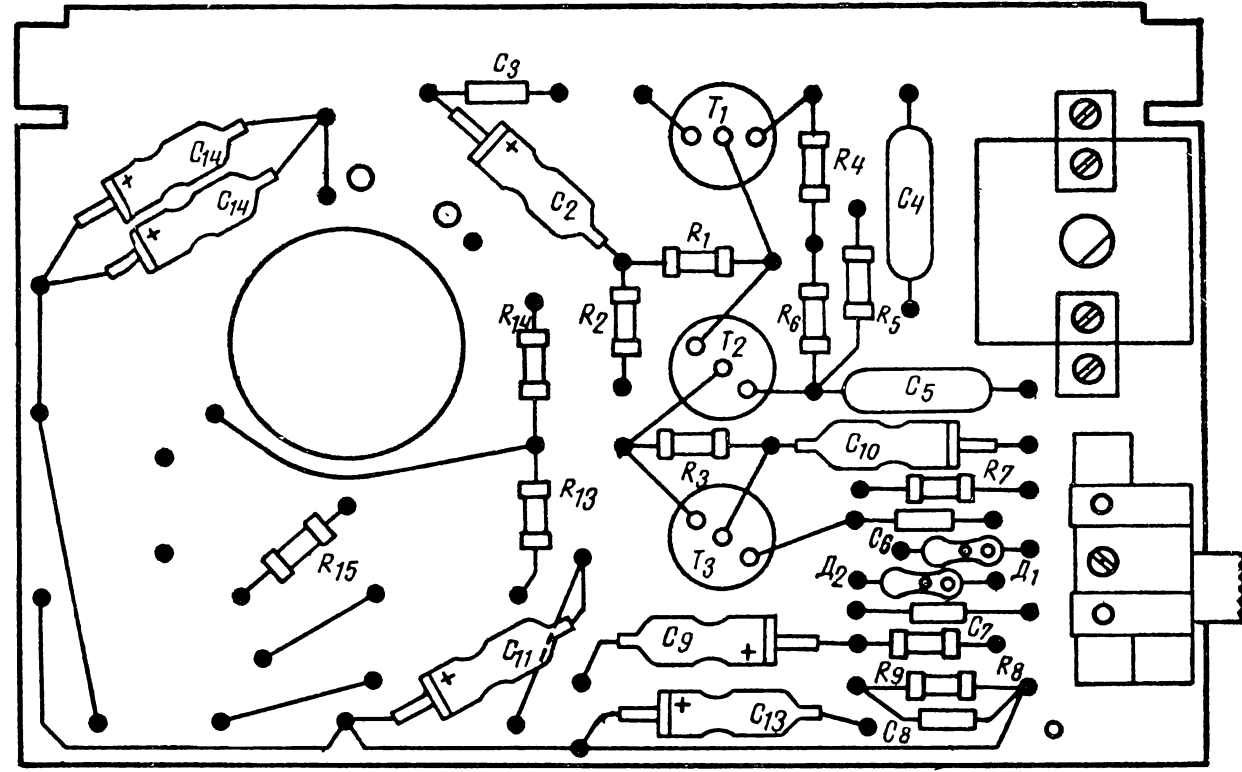


Рис. 7. Монтаж снизу платы

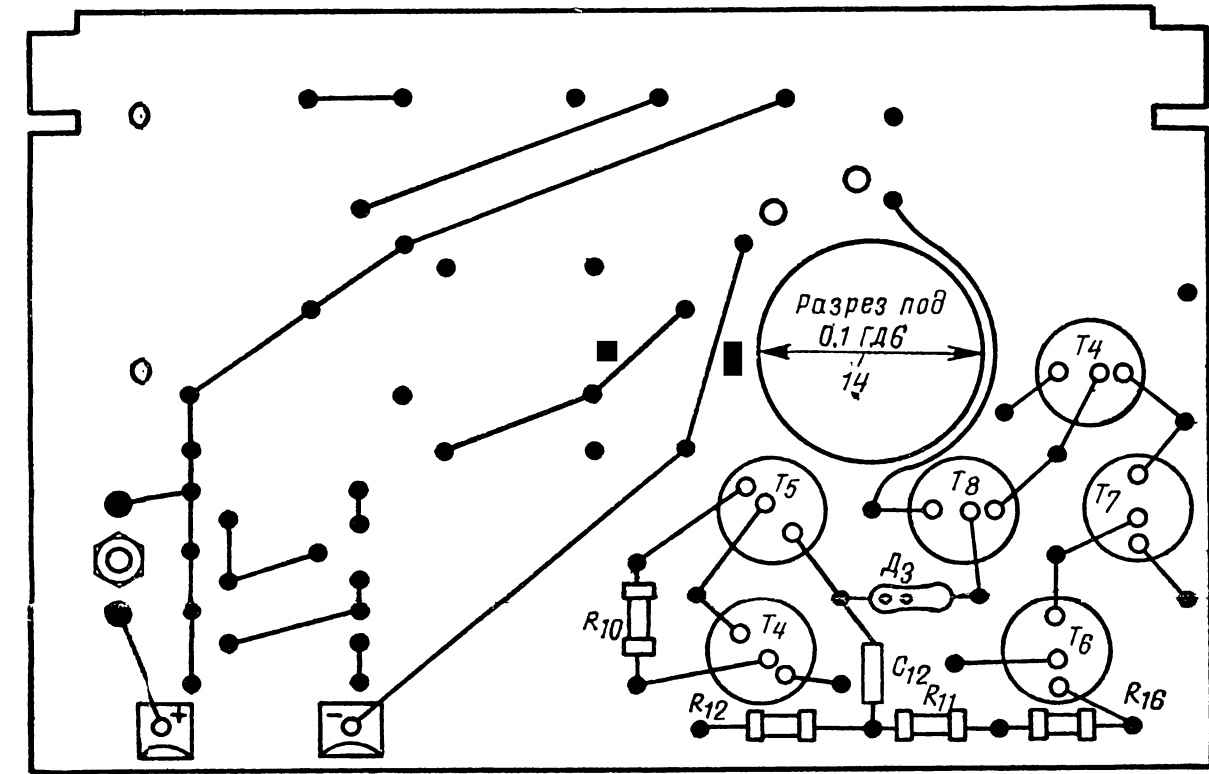


Рис. 8. Монтаж сверху платы

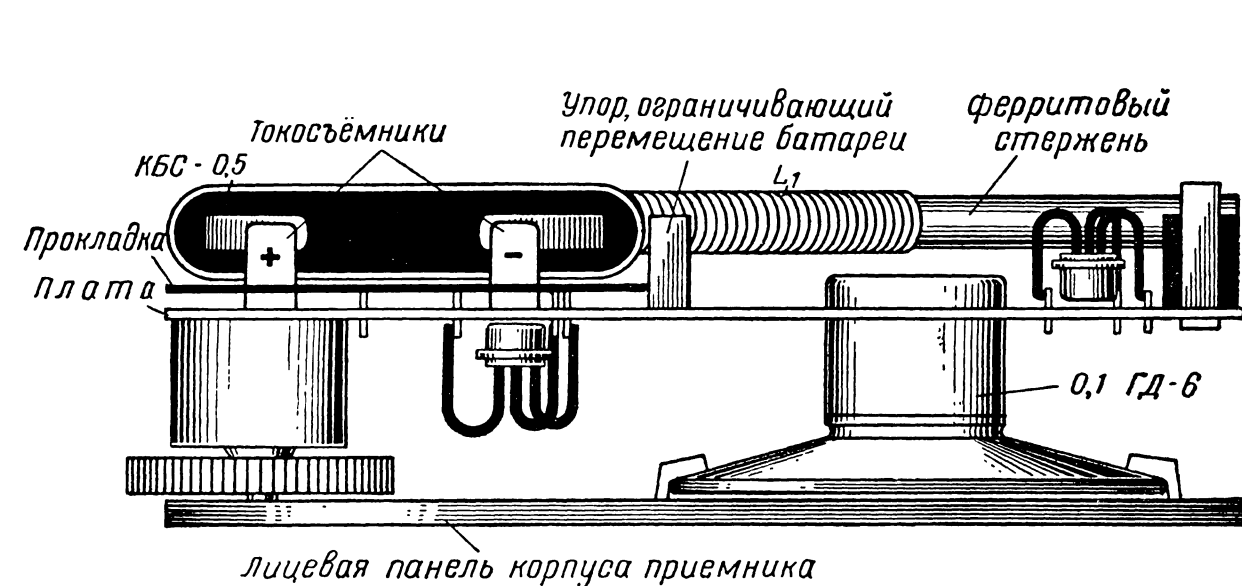


Рис. 9. Расположение деталей

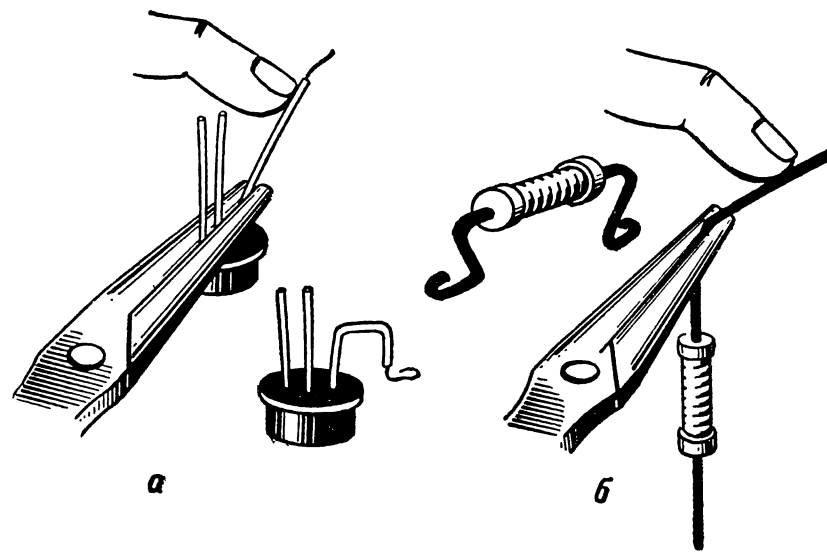


Рис. 10. Подготовка деталей: а) транзисторов; б) резисторов

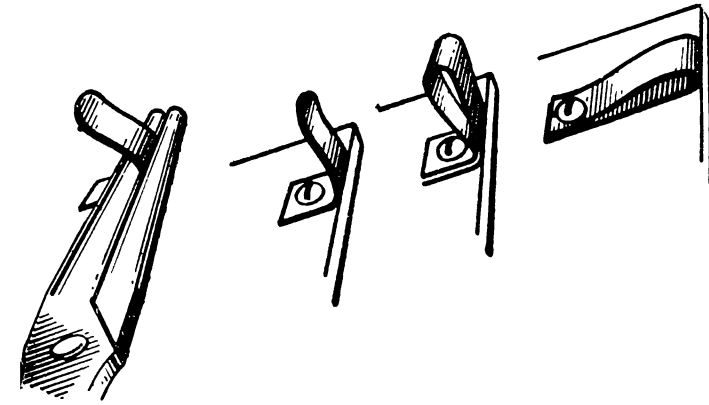


Рис. 11. Изготовление токоусъемника

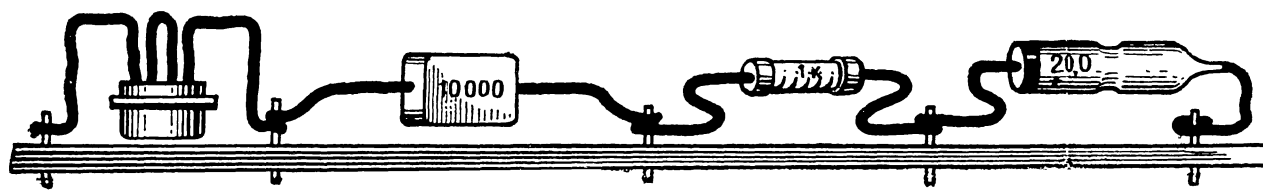


Рис. 12. Подпайка деталей к шпилькам

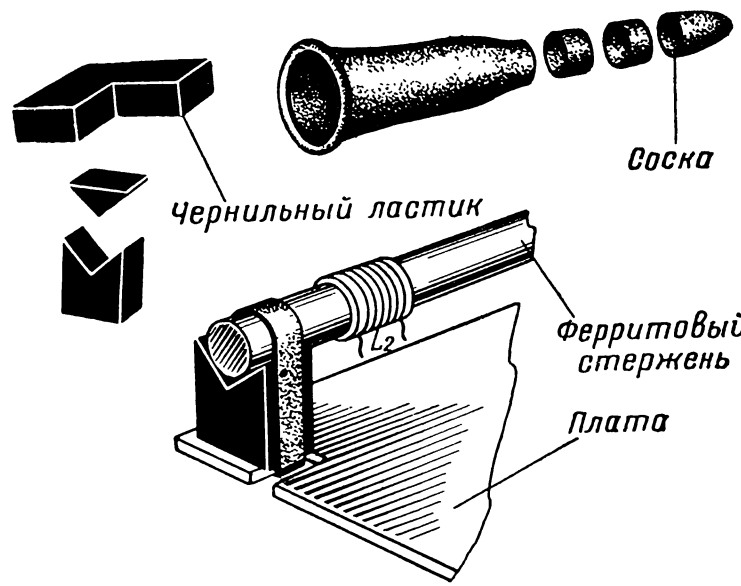


Рис. 13. Крепление магнитной антенны

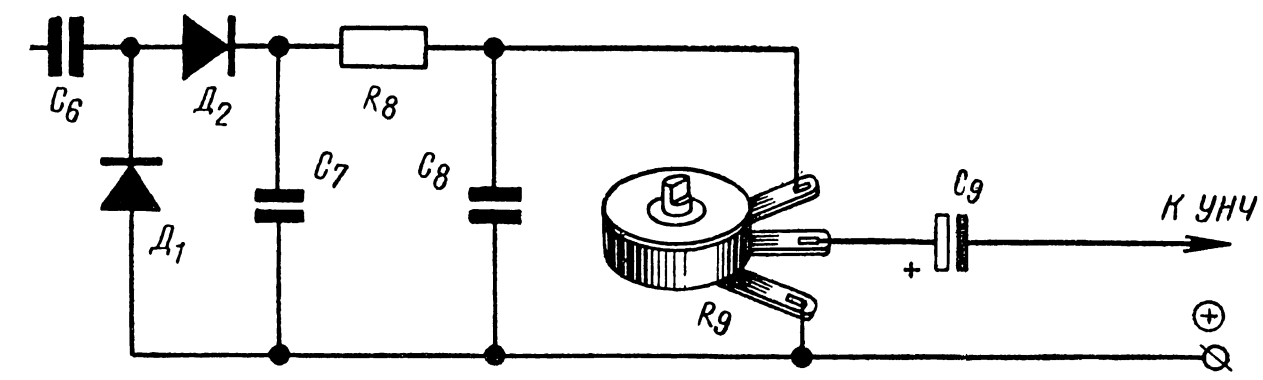


Рис. 14. Введение переменного резистора СП, СПО

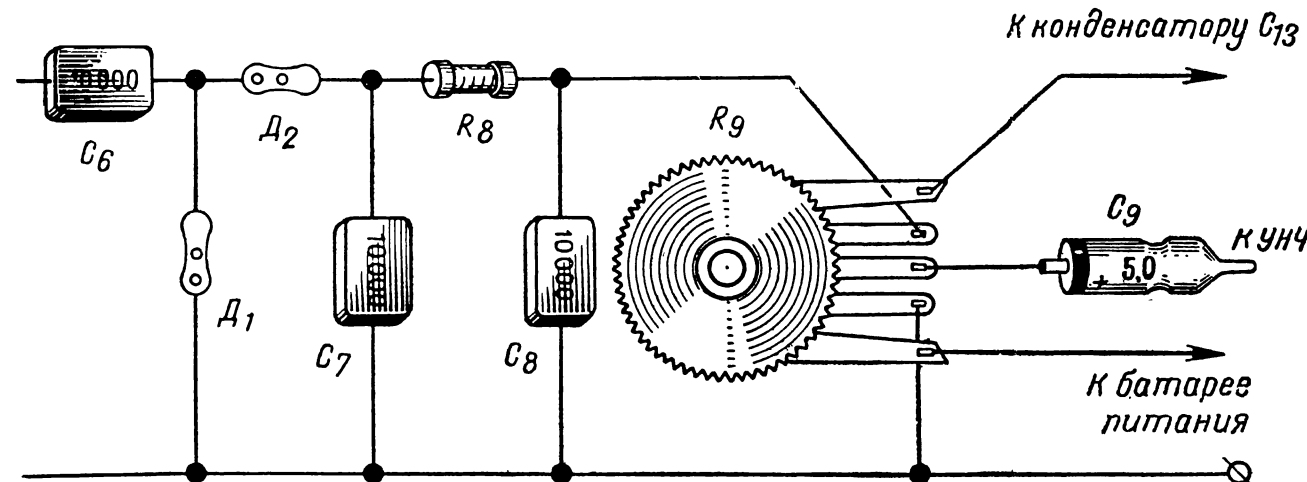


Рис. 15. Подключение переменного резистора СПЗ-3

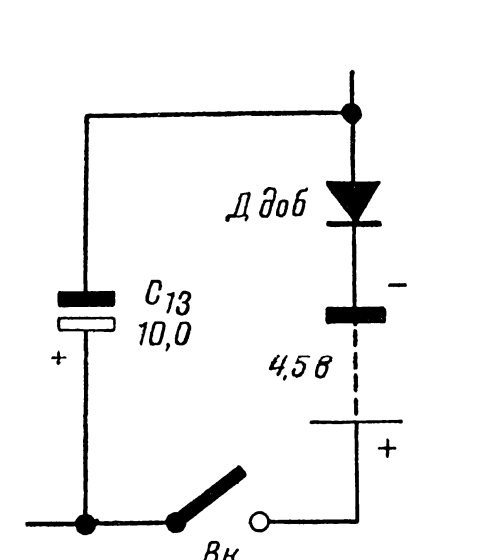


Рис. 16. Включение диода-предохранителя

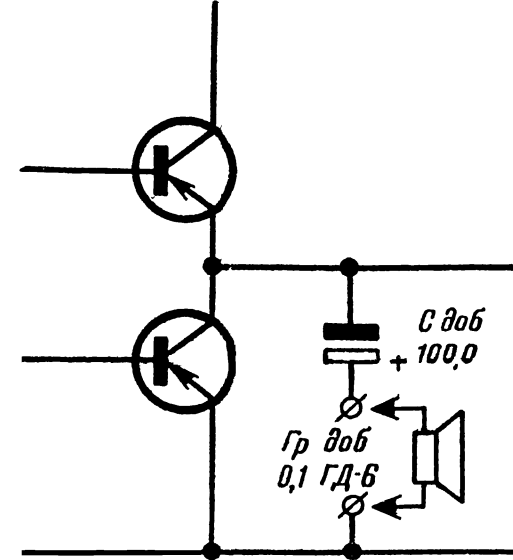


Рис. 17. Включение дополнительного громкоговорителя

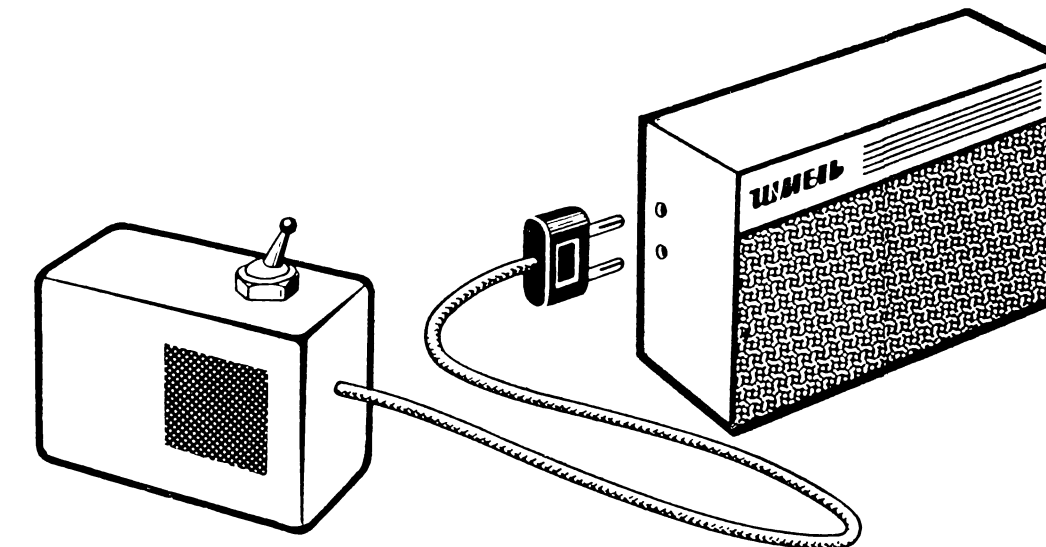


Рис. 18. Приемник с дополнительным выносным громкоговорителем.

Только после того, как вы убедитесь в правильности выполненного монтажа, можно приступить к налаживанию приемника.

#### НАЛАЖИВАНИЕ

Налаживание приемника производят резисторами, отмеченными на рисунке 6 звездочками.

Налаживание начинают с УНЧ. Для этого в точке а разорвите цепь, установите миллиамперметр в разрыв цепи, в точке б подключите питание и подбором сопротивления резисторов  $R_{12}$  установите ток 2,2 мА.

Подключив вольтметр к средней точке (С. Т.) и к плюсу батареи, установите подбором резистора  $R_{15}$  половину питающего напряжения 2,2 вольт.

Цепь в точке а восстановите, в разрыв коллекторной цепи транзистора  $T_3$  поставьте миллиамперметр и подбором резисторов  $R_6$  установите ток в пределах 1,7—2 мА.

Электрическая наладка приемника закончена. Вращая переменный конденсатор  $C_1$ , настройтесь на передающую радиостанцию и при возникновении заметных искажений звука последовательно произведите следующие операции:

1. Уменьшите громкость, так как возможна перегрузка громкоговорителя из-за большей выходной мощности, чем та, на которую рассчитан динамик.
2. Так как между катушками  $L_1$  и  $L_2$  существует индуктивная связь, то постарайтесь уменьшить ее путем увеличения расстояния между катушками на ферритовом стержне.
3. Перемените местами концы катушки связи  $L_2$ .
4. Уменьшите количество витков катушки связи.
5. Увеличьте конденсатор  $C_8$  до 0,022.

#### МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

После налаживания приступайте к монтажу на плате и к общей сборке приемника.

Плату изготовьте из гетинакса, текстолита или другого изоляционного материала толщиной 1,5—2 мм.

Расположение деталей на плате показано на рисунках 7 и 8 (на рисунке 7 — лицевая сторона платы, а на рисунке 8 — оборотная). Точки на плате обозначают места установки монтажных шпилек. Чтобы точнее сделать плату, вырежьте сначала из изоляционного материала панель по размерам платы и сделайте в ней указанные на рисунках пропилы. Затем переведите на кальку расположение отверстий и приложите кальку к изготовленной плате. Заготовьте из медной луженой проволоки диаметром 0,8—1 мм шпильки длиной 8—10 мм. В плате сверлите отверстия по диаметру шпилек и вставьте шпильки в отверстия. В дальнейшем к шпилькам вы прикрепите детали схемы.

Детали монтируются на каждой (верхней и нижней) стороне платы [рис. 9]. Такой монтаж называется объемным, двусторонним.

С нижней стороны платы (рис. 7) монтируются УВЧ, детекторный каскад, переменный конденсатор и выключатель.

На верхней стороне (рис. 8) устанавливаются детали УНЧ, магнитная антенна, токоусъемники, батарея питания и ее ограничивающие упоры, а также прокладка.

Для того чтобы батарея не перемещалась внутри корпуса и была строго зафиксирована на своем месте, необходимы упоры. Изготовьте их из подручного материала (дерево, поропласт) и прикрепите клеем БФ-2 непосредственно к монтажной плате.

Батарею от монтажных проводов и шпилек отделяет специальная прокладка, размеры которой соответствуют габаритам батареи. Прокладка изготавливается из текстолита, гетинакса или картона, пропитанного клеем БФ-2.

При монтаже необходимо помнить о том, чтобы корпус радиодеталей не соприкасались друг с другом и не вызывали тем самым электрического замыкания.

Перед установкой на плату все детали нужно предварительно подготовить, то есть придать их выводам форму, удобную для крепления к монтажным шпилькам. На рисунке 10а показана подготовка транзисторов. Предварительно наденьте на выводы транзисторов кембриковую, фторопластовую или хлорвиниловую трубочку. Затем выводы транзисторов изогните с помощью плоскогубцев или пинцета так, чтобы они касались соответствующих шпилек на плате приемника. Концы выводов согните колечком — так удобнее припаять выводы к шпилькам.

Аналогично подготовьте к монтажу резисторы и конденсаторы (рис. 10, б).

Токоусъемники для батареи питания изготовьте из медной или жестяной (от консервной банки) полоски (рис. 11). Здесь также помогут плоскогубцы, а еще лучше — круглогубцы. Если вы используете жесть, токоусъемники для прочности нужно сделать двойными. Прикрепите токоусъемники к плате винтами или заклепками.

Подготовленные к монтажу детали установите на плату (рис. 12) и припаяйте их к шпилькам.

Для монтажных соединительных проводов необходимо применить луженый провод диаметром 0,2—0,6 мм.

Плата и детали на ней даны в натуральную величину [см. рис. 7 и 8].

**КОРПУС ПРИЕМНИКА** самодельный, изготавливается из полистирола, плексигласа, фанеры или тонких ещечек, толщиной 3—5 мм.

Сборка частей корпуса производится при помощи клея, состав которого зависит от материала корпуса приемника.

Для корпуса из плексигласа и полистирола применяется клей из дихлорэтана, в котором растворяют 10% стружек плексигласа или полистирола.

Фанера и дерево хорошо клеются клеем БФ-2, в котором размешаны очень мелкие древесные опилки (почти пыль). Необходимо помнить, что этот состав быстро густеет, поэтому приготавливать его надо в небольших количествах непосредственно перед работой. Предварительно поверхности для склейки смажьте клеем БФ-2.

Для декоративного покрытия корпуса из фанеры или дерева можно приготовить простой состав. Стружки целлулоида засыпьте в небольшой флакон, залейте их полностью ацетоном и дайте раствориться. Возьмите анилиновую краску нужного цвета и, немного всыпав, размешайте до получения необходимого оттенка. Полученным составом смажьте поверхности корпуса. Через сутки, примерно, ацетон испарится, а целлулоид впитается в дерево. Отшлифуйте корпус шкуркой.

Громкоговоритель прикрепите непосредственно к лицевой панели корпуса (рис. 9) небольшими деталями из материала, которым выполнен корпус, и соответствующим клеем.

Ручку переменного конденсатора изготовьте из любой пластмассы.

Магнитную антенну прикрепите к плате с помощью чернильного ластика. Разрежьте его на четыре равные части и две из них приспособьте как стойки под антенну. В этих стойках сделайте специальный вырез — углубление под ферритовый стержень. Из детской соски вырежьте два крепежных кольца шириной 4—5 мм.

Детали крепления показаны на рисунке 13.

## ДОПОЛНЕНИЯ

1. В схему приемника можно добавить регулятор громкости, заменив для этого постоянный резистор  $R_9$  переменным резистором типа СП, СПО (рис. 14) или резистором, совмещенным с выключателем, типа СПЗ-3 (рис. 15).

2. Для повышения чувствительности приемника можно подключить к нему внешнюю антенну длиной 2—3 м. На принципиальной схеме она показана пунктиром.

Конденсатор  $C_{15}$  берется в пределах 10—30 лф.

3. Для предупреждения пробоя транзисторов при неправильном подключении батареи питания установите в схему электронный предохранитель.

В качестве предохранителя можно использовать полупроводниковый диод с низким прямым сопротивлением из серии Д7 с любым буквенным индексом или диод старого выпуска ДГЦ 24 ÷ 27.

Вместе с фильтром  $R_{14}C_{10}$  и конденсатором  $C_{13}$  дополнительный диод будет способствовать также устранению пульсации питающего напряжения (возникающей в процессе разряда батареи), что позволяет сохранить работоспособность приемника при значительном разряде батареи питания. На рисунке 16 показано расположение диода — предохранителя в схеме.

4. Несложные изменения в схеме усилителя позволяют использовать приемник как радиоузел. Это пригодится в пионерском лагере при «радиофикации» соседней палатки или комнаты. Изменения касаются части схемы, показанной на рисунке 17. К выходному каскаду подключите дополнительный выносной громкоговоритель  $Г_{р\text{доб}}$  через конденсатор  $C_{д\text{об}}$ .

Дополнительный громкоговоритель поставьте в отдельный переносной корпус (рис. 18). В приемнике для подключения добавочного громкоговорителя установите небольшую розетку.

В корпусе с дополнительным громкоговорителем можно установить отдельный выключатель, подсоединив его в разрыв цепи одного из проводов, подходящих к громкоговорителю.

Помните, что указанные дополнения желательно вносить в приемник только после предварительной настройки его.



# ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК

*Научный редактор Б. Иванов*

*Художник Д. Хитров*

Редактор Е. Рыжова  
 Художественный редактор Г. Крюкова  
 Технический редактор Е. Соколова  
 Корректор Н. Шадрина  
 Сдано в производство 11/III — 70 г.  
 Подписано к печати 28/IV — 70 г. Л70461  
 Бумага 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 0,75. Усл. печ. л. 1.  
 Уч.-изд. л. 1,44 Тираж 114 553  
 Заказ № 087 Изд. № 409  
 По оригиналам издательства «МАЛЫШ»  
 Комитета по печати  
 при Совете Министров РСФСР

●  
 Московская типография № 13  
 Главполиграфпрома Комитета по печати  
 при Совете Министров СССР.  
 Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.